

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-065870

(43)Date of publication of application : 13.03.1989

(51)Int.Cl.

H01L 29/46

H01L 29/80

(21)Application number : 62-223283

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 07.09.1987

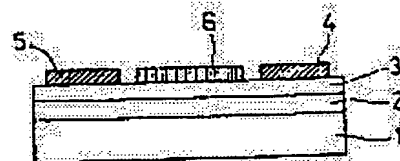
(72)Inventor : FUJII YOSHIHISA  
SUZUKI AKIRA  
FURUKAWA MASAKI  
SHIGETA MITSUHIRO  
UEMOTO ATSUKO

## (54) SEMICONDUCTOR ELEMENT OF SILICON CARBIDE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an SiC element which is operational at high temperature by a method wherein Pt is utilized as a material which is used to form a Schottky junction.

CONSTITUTION: A p-type SiC layer 2 formed out of SiH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>, and B is deposited on an n-type Si substrate 1 through the CVD method. Next, an n-type SiC layer 3 is made to overlap thereon using N<sub>2</sub>. Ni ohmic electrodes 4 a and 5 are provided onto the layer 3, and a Pt electrode 7 is evaporated at an intermediate point between the electrodes 4 and 5 independently of them. Ni or the like is made to be laminated on the Pt film 6, it necessary. In this constitution, a FET is able to operate at high temperature under a sever condition through a small Schottky junction inverted bias leakage current. Therefore, the FET of this design is used as a high frequency element or a large power element utilized at high temperature.



# 類似技術

⑩ 日本国特許庁 (J P)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭64-65870

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 29/46  
29/80

識別記号

庁内整理番号

F-7638-5F  
B-8122-5F

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月13日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 炭化珪素半導体素子

⑯ 特 願 昭62-223283

⑰ 出 願 昭62(1987)9月7日

⑱ 発 明 者 藤 井 良 久 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
⑱ 発 明 者 鈴 木 彰 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
⑱ 発 明 者 古 川 勝 紀 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
⑱ 発 明 者 繁 田 光 浩 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
⑲ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
⑳ 代 理 人 弁理士 山本 秀策  
最終頁に続く

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

炭化珪素半導体素子

### 2. 特許請求の範囲

1. 炭化珪素から成る半導体と金属との接合を利用した炭化珪素半導体素子において、前記金属は少なくとも前記半導体と接合する部分が白金である、ことを特徴とする炭化珪素半導体素子。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は炭化珪素半導体素子、特にショットキーダイオード、ショットキーゲート型電界効果トランジスタなどのショットキー接合を利用した炭化珪素半導体素子に関する。

(従来の技術)

各種半導体を利用したダイオード、トランジスタ、発光ダイオード、半導体レーザ、集積回路 (IC)、大規模集積回路 (LSI)、電荷結合素子 (CCD) などの半導体素子が、エレクトロニクスの種々の分野で用いられている。これら半導体としては、

単一の元素でなる半導体 (例えば、汎用されている珪素 (Si)) に加えて、化合物半導体 (砒化ガリウム (GaAs)、リン化ガリウム (GaP)、炭化珪素 (SiC) など) を用いることが実用化されつつある。これらのうちで炭化珪素は、他の半導体に比べて種々の優れた特性を持っている。例えば、他の半導体に比べ禁制帯幅が広く (2.2~3.3eV)、熱的および化学的に安定であり、機械的強度が高く、かつ放射線の影響を受けにくいという特性を有する。従って炭化珪素半導体を用いた半導体素子は、他の半導体を用いた素子の使用が困難な条件下においても使用が可能であると考えられる。例えば、高温における素子の使用、放射線照射下における素子の使用、大電力用素子への適用が可能である。このように炭化珪素半導体は、安定性が高い高信頼性の素子として広い分野での応用が期待されている。

炭化珪素半導体を製造するための炭化珪素単結晶膜を得る方法としては、昇華再結晶法 (レーリ一法) を用いる方法が挙げられる。このようにし

て得られる炭化珪素単結晶膜上に、さらに気相成長法または液相成長法で炭化珪素単結晶膜をエピタキシャル成長させ、得られた積層体を用いてダイオードやトランジスタを製造する試みがなされている。これらの技術は、例えば R.B. Campbell および H.C. Chang の "Silicon Carbide Junction Devices" ( "Semiconductors and Semimetals " R.K. Willardson および A.C. Beer 編 ; Academic Press, New York, 1971 ; 7 巻, Part B Chap 9, 625~683 頁 ) に記載されている。しかし、このような方法では炭化珪素単結晶の寸法や形状を制御するのが難しく、大面積の単結晶は得られなかった。さらに、炭化珪素結晶中に存在する結晶多形を制御すること、および炭化珪素結晶に含有させる不純物濃度を制御することも容易ではなかった。そのため、炭化珪素半導体の実用化は充分になされていなかった。

これに対して、発明者らは珪素単結晶基板上に気相成長法(CVD法)で、炭化珪素単結晶を成長させる方法を開発した(特開昭 59-203799号)。こ

の方法によれば、まず、珪素単結晶基板上に低温 CVD 法で炭化珪素薄膜が形成される。次いで、昇温後、該炭化珪素薄膜上に CVD 法で炭化珪素単結晶膜が形成される。このような方法により、安価で入手の容易な珪素単結晶基板を用い、結晶多形および不純物濃度が制御され、かつ所望の形状と大きさを有する炭化珪素単結晶膜が得られる。大面積の炭化珪素単結晶膜の製造も容易である。この方法は量産に適し、高い生産性が期待される。さらに上記方法により得られる珪素基板上に炭化珪素単結晶膜が形成された積層体を用いて、ダイオード、トランジスタなどの各種半導体素子を製造する方法が開発されている(特開昭 60-142568 号、60-140756 号および60-136223 号)。

このように上記成膜技術の発達により、上記優れた性質を有する炭化珪素が種々の半導体素子の製造に用いられつつある。例えば、炭化珪素を用いた電界効果トランジスタとしては、pn 接合ゲート型、MOSゲート型およびショットキーゲート型の電界効果トランジスタが製造されている。これ

らの電界効果トランジスタ(FET)のうちショットキーゲート型FETは他の型のFETに比べて構造が簡単であり、ゲート電極を小型化することが容易であるためFET自体を小型化することができ、有利である。かつ小型化することにより優れた素子特性が得られる。炭化珪素は、上記のように、熱的、化学的に安定であり放射線の影響を受けにくいなどの性質を有するため、これを用いて、苛酷な条件での使用に耐え得る半導体素子を得ることが期待されている。例えば、上記ショットキー接合を用いた素子に应用する場合には、炭化珪素と接触する金属(PETの電極など)が次の条件を満たすことが必要である：

①電極の素材自身が、熱的、化学的に安定であり放射線の影響を受けにくいなど、苛酷な条件下において安定であること；

②炭化珪素との密着性が苛酷な条件下においても良好であること；

③ショットキー接合における半導体-電極間の電位障壁が十分に高く、高温下においてもショッ

トキー接合逆バイアスリーク電流が極めて小さいこと。

現在、炭化珪素を用いたショットキー型FETの電極用の金属としては金(Au)が使用されているが、金は、①~④の条件をいずれも満足せず、従って、苛酷な条件下での使用(高温下での使用、大電力用素子としての利用、放射性照射下での使用など)には不充分である。このように炭化珪素を用いたショットキー型素子においては、該炭化珪素と組み合わせるべき適当な金属が見つからないため、上記苛酷な条件下でも使用し得る素子は現在のところ調製されていない。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は、上記従来の問題を解決するものであり、その目的とするところは、苛酷な条件下においても使用しうる炭化珪素を用いた半導体素子、特にショットキー接合を用いた素子を提供することにある。本発明の他の目的は、特定の金属を炭化珪素半導体と組み合わせて得られる上記優れた性質のショットキー接合を用いた半導体素子を提

供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明の炭化珪素半導体素子は、炭化珪素半導体と金属との接合を利用した半導体素子であって、該金属が白金であり、そのことにより上記目的が達成される。

本発明において炭化珪素半導体との接触に用いられる金属は白金(Pt)である。白金は、例えば、従来炭化珪素を用いたショットキー型FETの電極として用いられてきた金に比べて融点が高く、かつ金と同様に化学的にも極めて安定である。炭化珪素との密着性にも極めて優れる。さらに白金の仕事関数は金よりも大きいので、n型炭化珪素とのショットキー接合における電位障壁の高さは金を用いた場合よりも大きくなる。そのため例えば、これをショットキーダイオードやショットキーゲート型FETに利用すると、高温下においても良好に機能する素子が得られる。高温条件下においた素子を再び室温へ戻したときの素子特性の変化もほとんどない。このようにショットキー接合を形

成した領域に該電極4および5とは電気的に接触しないように白金電極6を $0.1\mu\text{m}$ の厚みにバターン蒸着した。このようにして、オーム性電極4および5をそれぞれソースおよびドレインとし、白金電極6をゲートとする、ショットキー型電界効果トランジスタが得られた。上記白金電極6は、 $0.01\mu\text{m}$ 程度に薄く形成してこの上に必要に応じてニッケル、アルミニウムなどの金属を蒸着することによってゲートを構成するようにしてもよい。金属の種類は特に限定されず、このようにして高価な白金の使用量を節減することが可能となる。上記得られたFETのソースゲート間の電流-電圧特性を第2図に実線で示す。

#### 比較例

電極として白金の代わりに金を用いたこと以外は、上記実施例と同様の構成を有するショットキー型電界効果トランジスタを作製して実施例と比較する。得られたFETのソースゲート間の電流-電圧特性を第2図に破線で示す。

第2図から、実施例の本発明のFETは、従来の

成する金属(電極材料)として白金を用いることにより、例えば、高温条件下での使用が可能な素子、大電力用素子など苛酷な条件下での使用の可能な炭化珪素半導体素子が得られる。

(実施例)

以下に本発明を実施例につき説明する。

#### 実施例

珪素基板上に炭化珪素単結晶膜を成長させて得られる積層体を用いてショットキーゲート型電界効果トランジスタを調製した。

まず、第1図に示すn型珪素単結晶基板1上に、モノシラン( $\text{SiH}_4$ )とプロパン( $\text{C}_3\text{H}_8$ )とを原料ガスとし、ボロンアクセプターを用いて化学的気相成長法(CVD法)によりp型炭化珪素単結晶層2を $5\mu\text{m}$ の厚みに形成した。次に、同様の方法で窒素ドナーを用いてn型炭化珪素単結晶層3を $1\mu\text{m}$ の厚みに形成した。得られた積層体の炭化珪素単結晶層3の表面にニッケルからなるオーム性電極4および5を $0.1\mu\text{m}$ の厚みにそれぞれバターン蒸着した。次にオーム性電極4および5にはさま

金を電極とした比較例のFETに比べて順方向の立ち上がり電圧が大きい。つまり、ショットキー接合における電位障壁の高いことがわかる。別に容量-電圧特性から拡散電位を求めたところ、実施例のFETでは1.5Vであったが、比較例のFETでは1.2Vであった。このようにショットキー接合における電圧障壁が高いため、実施例のFETは高温でもショットキー接合逆バイアスリーク電流が小さく良好に動作する。この実施例のFETの500℃における-5Vでの逆バイアスリーク電流は $0.01\text{A}/\text{cm}^2$ であり、比較例のFETの場合は $5\text{A}/\text{cm}^2$ であった。なお上記実施例における炭化珪素層の調製には他の方法を用いてもよい。

(発明の効果)

本発明によれば、このように、従来の半導体素子を使用することが不可能であった苛酷な条件下に使用することの可能な炭化珪素半導体素子が得られる。このような半導体素子は、例えば、高温下で使用される素子として、高周波用の素子として、あるいは、大電力用の素子として、各方面で

好適に利用され得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

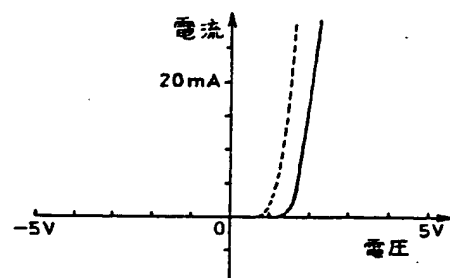
第1図は、本発明の炭化珪素半導体素子である電界効果トランジスタの素子構造の一例を示す断面図、そして第2図は、本発明の白金を用いたショットキー接合および従来の金を用いたショットキー接合の電流-電圧特性を示すグラフである。

1…珪素単結晶基板、2、3…炭化珪素単結晶層、4、5…オーム性電極、6…白金電極。

以 上

出願人 シャープ株式会社  
代理人 弁理士 山本秀策

第 2 図



第1頁の続き

⑦発 明 者 植 本 敦 子 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社 内